

УДК 666.122.2

## КВАРЦЕВЫЙ ПЕСОК ИРАКСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАК КОМПОНЕНТ ШИХТЫ ДЛЯ СТЕКОЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

**Ф. Х. Ф. Аль-Саиди<sup>1</sup>, А. А. Кунгурова<sup>2</sup>, С. Г. Власова<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup> Уральский федеральный университет имени первого  
Президента России Б. Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия

<sup>3</sup> s.g.vlasova@urfu.ru

**Аннотация.** В работе рассматривается возможность использования кварцевого песка месторождения Анбар в Ираке в качестве исходного сырья для листовых стекол крупнотоннажного производства; сделаны дисперсионный и химический анализы проб песка. Показано, что обогащение путем промывки, оттирки и магнитной сепарации повышает выход основного вещества, содержание примесных оксидов железа уменьшается с 0,2 до 0,1. Синтезированы стекла с содержанием оксида кремния до 72 мас. %.

**Ключевые слова:** кварцевый песок, обогащение, оксид кремния, примеси, гранулометрический состав, химический анализ, стекло

## QUARTZ SAND OF THE IRAQI DEPOSIT AS A CHARGE COMPONENT FOR GLASS PRODUCTION

**F. H. F. Al-Saidi<sup>1</sup>, A. A. Kungurova<sup>2</sup>, S. G. Vlasova<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup> Ural Federal University named after the First  
President of Russia B. N. Yeltsin, Ekaterinburg, Russia

<sup>3</sup> s.g.vlasova@urfu.ru

**Abstract.** The paper considers the possibility of using the quartz sand of the Anbar deposit in Iraq as a raw material for large-tonnage glass sheets and made dispersion and chemical analyses of sand samples. It is shown enrichment by washing, wiping and magnetic separation increases the yield of the main substance, the content of impurity iron oxides decreases from 0.2 to 0.1. Glass with silicon oxide content up to 72 wt. % is synthesized.

**Keywords:** quartz sand, beneficiation, silicon oxide, impurities, particle size distribution, chemical analysis, glass

Во всем мире отсутствует материал, способный равноценно заменить стекло в оконных проемах, фасадах, витринах, смотровых окнах транспорта, авиации, приборостроении и т. д. Для производства стеклоизделий широкого ассортимента в первую очередь необходимо иметь сырьевые материалы соответствующего качества.

В Ираке имеются огромные песчаные пустыни, запасы песка составляют миллионы тонн, в провинции Анбар — до 86 млн т стекольных песков. Эти запасы целесообразно обратить во благо страны, используя ресурсосберегающие технологии.

Кварцевые пески, которые в России соответствуют ГОСТ 22551–77 «Песок кварцевый, молотые песчаник, кварцит и жильный кварц для стекольной промышленности», могут быть использованы в качестве исходного сырья для стекол крупнотоннажного производства [1]. Требования российских стандартов ограничивают размер зерен песка после его просева диапазоном 0,1...0,8 мм. Для получения листового стекла флоат-методом состав должен соответствовать следующему соотношению компонентов (мас. %):  $\text{SiO}_2$ —72;  $\text{Na}_2\text{O}$  — 14;  $\text{CaO}$  — 9;  $\text{MgO}$  — 3,5;  $\text{Al}_2\text{O}_3$ —1,5; причем ограничение по  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  не более 0,1 мас. % [2].

Важным критерием для получения качественной однородной стекломассы с определенными характеристиками является химический состав и гранулометрия сырьевых материалов. Генезис песка определяет минералогический состав примесей, которые существенно отличаются по своим физическим и технологическим характеристикам и могут влиять на технологический процесс варки и качество стекла [3].

Цель исследовательской работы — анализ песка Ирака месторождения Анбар, его обогатимости и выявление технологических особенностей применения для производства стекломатериалов.

Применяемые методики исследования песка: рентгено-флуоресцентный анализ; ситовой анализ — определение гранулометрического, или фракционного, состава песка, разновидность дисперсионного анализа [4]; рентгенофазовый анализ. Экспериментальные результаты ситового анализа по дисперсности и содержанию оксида железа в каждой фракции песка Ирака представлены в таблице.

Таблица

Зерновой состав кварцевого песка Ирака и количество оксида железа

Диапазон размеров частиц, ост. на ситах, мм	Масса частиц каждой фракции, г в 100 г песка	Оксид железа в каждой фракции ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), масс. %
0,0...0,1	2,34	4,65
0,1...0,2	28,2	0,52
0,2...0,3	58,64	0,23
0,3...0,6	9,92	0,19
0,6...1,2	0,98	0,48

Кристаллические фазы идентифицировали с помощью рентгенофазового анализа. Минералогический состав примесей в песке, в интервале фракций 0,2...0,3 мм, представлен на рис. 1.

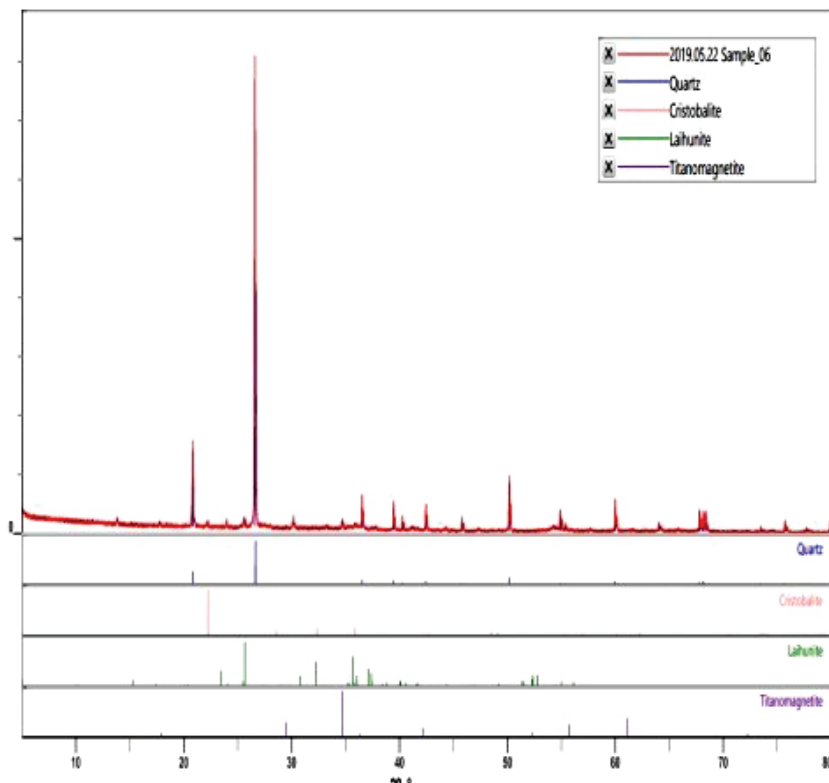


Рис. 1. Рентгенофазовый анализ примесей в песке Ирака.  
Минералогический состав: quartz, cristobalite, laihunite ( $\text{Fe}_{4,74}\text{O}_{12}\text{Si}_3$ ),  
titanomagnetite ( $\text{Fe}_2\text{O}_4\text{Ti}$ )

Ряд тяжелых минералов (магнетита, ильменита, силлиманита, гематита, рутила, турмалина и др.), многие из которых являются тугоплавкими, содержатся преимущественно в мелкой фракции песка [2; 4]. Ее необходимо отсеивать, чтобы не задерживать процесс стекловарения и не увеличивать вероятность брака в изделии.

Согласно анализу (см. табл.) 86 % песка имеет размеры 0,2 ... 0,3 мм. Следовательно, песок можно отнести к группе мелко- и среднезернистых [4], а среднее значение примесей железа составляет примерно 0,23 % без применения магнитной сепарации.

Методы обогащения — промывка, флотооттирка, магнитная сепарация — применили для очистки песка от вредных примесей. Оксиды железа могут присутствовать внутри зерен кварца в виде включений или твердых растворов. Железо, входящее в кристаллическую решетку кварца в виде твердых растворов, практически удалить не удастся, и оно определяет предел обогатимости песка [5]. В иракском песке после обогащения содержание оксида железа уменьшилось до 0,1 мас. %

Из необогащенного песка и обработанного очищенного синтезированы стекла оконного состава при температуре 1480 °С. В первом случае есть голубой оттенок. Такое стекло можно применять в мебельной промышленности. В дальнейшем необходимо использовать при стекловарении обесцвечиватели, чтобы получить стекло с высоким коэффициентом светопропускания.

### Список источников

1. Минько Н. И., Нарцев В. М., Мелконян Р. Г. История развития и основы технологии стекла. Белгород : Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2008. 395 с.
2. Гулюян Ю. А. Технология стекла и стеклоизделий. Владимир : Транзит-ИКС, 2015. 712 с.
3. Химическая технология стекла и ситаллов / под общ. ред. Н. М. Павлушкина. М. : Стройиздат, 1983. 427 с.
4. Минько Н. И., Ячъя М. Я., Гридякин К. Н. Генезис песка, пригодного в технологии стекла // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова, 2014. № 2. С. 127–131.
5. Технология стекла : справочные материалы / под ред. П. Д. Саркисова [и др.] Москва : РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2012. 647 с.